

Preparing disinfected water in storage tank avoiding contamination during storage

Patent Number: DE19717579
Publication date: 1998-10-29
Inventor(s): SANDT BURKHARD DIPL ING (DE); RENNAU JOACHIM (DE); KREYSIG DIETER PROF DR (DE)
Applicant(s): BUTZKE WERKE AQUA (DE)
Requested Patent: ☐ DE19717579
Application Number: DE19971017579 19970425
Priority Number(s): DE19971017579 19970425
IPC Classification: C02F1/50; C02F1/32; C02F1/461; C02F1/48; E03B11/02; B60N3/18; B60P3/36; B60R15/00
EC Classification: B60N3/18, C02F1/467B2, C02F9/00H4
Equivalents:

Abstract

Preparing disinfected water in a storage tank, which has pipe(s) supplying water contaminated by microbes and consumption point(s) for removing disinfected water, comprises short-term disinfection of the contaminated water in the pipe before it enters the tank and long-term disinfection in the tank.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 17 579 A 1**

⑲ Aktenzeichen: 197 17 579.1
⑳ Anmeldetag: 25. 4. 97
㉑ Offenlegungstag: 29. 10. 98

⑤ Int. Cl.⁶:
C 02 F 1/50
C 02 F 1/32
C 02 F 1/461
C 02 F 1/48
E 03 B 11/02
B 60 N 3/18
B 60 P 3/36
B 60 R 15/00

DE 197 17 579 A 1

⑦ Anmelder:
Aqua Butzke-Werke AG, 14974 Ludwigsfelde, DE

⑧ Vertreter:
PFENNING MEINIG & PARTNER, 10707 Berlin

⑦ Erfinder:
Rennau, Joachim, Dipl.-Betriebsw., 12205 Berlin, DE;
Sandt, Burkhard, Dipl.-Ing., 12357 Berlin, DE;
Kreysig, Dieter, Prof.Dr., 13189 Berlin, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Verfahren zum Bereitstellen von desinfiziertem Wasser in einem Vorratstank

⑤ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bereitstellen von desinfiziertem Wasser in einem Vorratstank. Diesem wird über eine Zuleitung Wasser zugeführt, welches mikrobiell kontaminiert sein kann. Dieses wird daher vor der Einleitung in den Vorratstank in der Zuleitung einer Desinfektionsbehandlung mit Kurzzeitwirkung unterzogen. Um die Entwicklung von Mikroorganismen im Vorratstank und in den angeschlossenen, zu den Verbrauchern führenden Leitungen zu unterdrücken, wird das Wasser im Vorratstank zusätzlich einer Desinfektionsbehandlung mit Langzeitwirkung unterzogen. Die Desinfektionsbehandlung mit Kurzzeitwirkung besteht vorzugsweise in einer UV-Bestrahlung, während die Desinfektionsbehandlung mit Langzeitwirkung vorzugsweise eine elektrolytische Behandlung ist. Hierzu wird zweckmäßig ein Teil des im Vorratstank befindlichen Wassers aus diesem entnommen, der elektrolytischen Behandlung unterzogen und anschließend wieder in den Vorratstank zurückgeführt.

DE 197 17 579 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Systeme zur Bevorratung und kontinuierlichen Bereitstellung von Wasser mit Trinkwasserqualität werden als immobile Anlagen sowie insbesondere auch als mobile Anlagen in Fahrzeugen, Schiffen oder Flugzeugen eingesetzt. Die Bevorratung von Wasser in diesen Systemen erfolgt entweder zum Zwecke der Grundversorgung von Personal und/oder Passagieren oder sie dient der Pufferung von Verbrauchsspitzen bzw. als Notreserve. Die Befüllung des Vorratstanks eines derartigen Systems erfolgt üblicherweise durch zeitweiligen Anschluß an ein zentrales Trinkwassersystem oder durch Betanken aus einer mobilen Versorgungseinheit.

Die Gefahr einer hygienischen Beeinträchtigung des in derartigen Vorratssystemen gehaltenen Wassers resultiert im wesentlichen aus zwei Quellen:

Einerseits kann das aufzunehmende Wasser bereits in einem solchen Maße keimbelastet sein, daß es a priori keine Trinkwasserqualität aufweist oder während der Bevorratung durch weiteres Aufkeimen sehr schnell in einen solchen Zustand gerät. Andererseits stellen der Vorratstank und die damit verbundene Leitungsanlage selbst einschließlich der Ausflußarmaturen an den Verbrauchsstellen ein Potential für mikrobielle Kontaminationen des Wassers dar. Die wasserführenden und -kontaktierten Oberflächen des gesamten Versorgungssystems sind als Besiedelungsareale für Mikroorganismen und damit für die Ausbildung von Biofilmen wirksam. Diese haben ihre Ursache in dem Keimeintrag über das aufgenommene Wasser bzw. in luftgängigen Keimen, die über Be- bzw. Entlüftungsventile und sonstige Öffnungen in das Leitungssystem gelangen. Ihr Wachstum wird von solchen Faktoren wie Gehalt des Wassers an bioverfügbaren mineralischen und organischen Inhaltsstoffen, Temperatur, Fließgeschwindigkeit des Wassers, Sauerstoffgehalt usw. mehr oder weniger begünstigt. Bemerkenswert ist, daß bereits außerordentlich geringe Keimbelastungen des aufgenommenen Wassers innerhalb von Wochen und Monaten zur Ausbildung von Biofilmen führen.

Es hat sich erwiesen, daß derartige Biofilme die Existenz- und Vermehrungsgrundlage auch pathogener Keime darstellen können, die zu einer gesundheitsgefährdenden Belastung des Wassers mit Kraftitserregern führen. Als die menschliche Gesundheit gefährdend und letztlich sogar lebensbedrohend sind besonders die im Wasser sehr gut vermehrungsfähigen Spezies hervorzuheben, wie *Legionella pneumophila*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas hydrophila* und atypische Mycobakterien. Damit sind die Biofilme im wasserführenden System selbst als die gefährlichste Quelle möglicher Infektionen zu bewerten. Ihre Vermeidung bzw. regelmäßige Beseitigung ist zur Gewährleistung gleichbleibender Trinkwasserqualität unumgänglich, stößt jedoch in der Praxis auf vielerlei Schwierigkeiten. Eine direkte Kontrolle des Aufwachsens von Biofilmen auf den wasserkontaktierten Oberflächen des Leitungssystems und dessen aktuellen Virulenzgrades ist derzeit nicht möglich. Eine prophylaktische Stoßdesinfektion des gesamten Systems, die in definierten Intervallen durchgeführt wird, kann zwar momentan die Hygienequalität des Wassers sichern, bietet jedoch keinen Schutz vor der Rückbildung des Biofilmes im Wasserversorgungssystem. Da die Installation einer Chlorungseinrichtung für die kontinuierliche chemische Desinfektion in der Regel aus konstruktiven, sicherheitstechnischen und weiteren Gründen ausgeschlossen ist, bleibt vielfach nur eine entsprechend hohe Chlordosierung zum Zeitpunkt der Wasserübernahme. Wegen des unver-

meidbaren Chlorabbaues durch Wasserinhaltsstoffe, Gefäß-, Leitungs- und Armaturmaterialien und dgl. ist diese Desinfektionsvorsorge jedoch nur kurzzeitig wirksam, von Korrosionsschäden und anderen Schäden an den Installationen sowie der Bildung gesundheitsschädlicher chlorierter Folgeprodukte abgesehen.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Bereitstellen von desinfiziertem Wasser in einem Vorratstank, dem über mindestens eine Zuleitung mikrobiell kontaminiertes Wasser zuführbar ist und an den mindestens eine Verbrauchsstelle zur Abnahme von desinfiziertem Wasser angeschlossen ist, anzugeben, welches unter Vermeidung einer Beeinträchtigung der Wasserqualität eine sichere Desinfektion während der gesamten Betriebsdauer gewährleistet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Um auszuschließen, daß mikrobiell kontaminiertes Wasser in das autarke Wasserversorgungssystem gelangt, ist bereits bei der Befüllung des Vorratstanks eine Grunddesinfektion des Wassers erforderlich. Diese Funktion übernimmt ein mit speziellen UV-Strahlern bestückter Durchflußreaktor, ein sogenannter UV-Desinfektor, dessen Wirkung auf folgenden Grundlagen beruht:

Das von einem Quecksilber-Niederdruck-Strahler emittierte UV-Licht mit einer Wellenlänge von 254 nm wird von Zellmembran-Bausteinen der Mikroorganismen, von Plasma-Bestandteilen und ganz besonders von den Nucleinsäuren intensiv absorbiert. Die hierdurch aufgenommene Energie löst photochemische Reaktionen aus, die die Lebens- und Vermehrungsfähigkeit der Mikroorganismen unterbinden. Es wurde ermittelt, daß für eine mehrere Zehnerpotenzen umfassende Inhibierungsrate ein Energieeintrag in das zu desinfizierende Wasser mittels der selektiven Wellenlänge von 254 nm von mindestens 400 J/m² erforderlich ist. Dies bedeutet, daß zur Gewährleistung der hygienischen Sicherheit die UV-Desinfektoren so ausgelegt sein müssen, daß jedes Volumenelement des durchfließenden Wassers während seiner Aufenthaltsdauer im Strahlungsfeld der spezifischen photonischen Energie von $\geq 400 \text{ J/m}^2$ ausgesetzt ist. Mittels eines auf diese Raumbestrahlung kalibrierten Sensors ist die hygienisch sichere Arbeitsweise des UV-Desinfektors zu überwachen.

Die Besonderheiten und Vorteile der Wasserdesinfektion mittels UV-Strahlung bestehen in der spezifischen dosisgeregelten hygienischen Sicherheit, mit der Mikroorganismen und Dauerformen momentan (also ohne Retard-Wirkung) inhibiert werden, sowie darin, daß die Desinfektion ohne jeden Chemikalien-Eintrag erfolgt und folglich keine sensorische Beeinflussung der Wasserqualität, keine chemischen Folgeprodukte und keine korrodierenden Wirkungen verursacht werden. Beschränkend für die desinfizierende Behandlung von Wasser für Transport- und Speichierzwecke ist, daß mit der UV-Strahlung zwar eine augenblickliche sichere Abtötung der Mikroorganismen erfolgt, dem Wasser damit aber kein Schutz vor Re- und Neuinfektion gegeben wird. Dieses Fehlen jeglicher Desinfektionsvorhalte ist für Versorgungsanlagen mit einer Wasserbevorratung ein beachtliches hygienisches Risiko.

Zu dessen Ausschaltung wird erfindungsgemäß ein Desinfektor mit Langzeitwirkung, insbesondere eine elektrochemische Zelle als Modul für die elektrolytische Desinfektion in die Anlage eingebunden. Auch diese Zelle kann als Durchflußreaktor ausgelegt sein, bestehend aus einer Reaktorkammer aus Glas, Keramik, Metall oder Polymermaterial, die mit Elektroden aus speziell oxidbeschichtetem Ti-

tan-Streckmetall sowie Ein- und Auslaßstutzen für das zu behandelnde Wasser bestückt ist. Sie entfaltet ihre Desinfektionsleistung ohne Zusatz wasserfremder Stoffe, ohne Änderung der Stoffbelanz des zu behandelnden Wassers und frei von Einflüssen auf die sensorischen oder sonstigen Eigenschaften desselben. Diese elektrochemische Zelle wird vorzugsweise mit einer Gleichspannung von 5 bis 24 V und einer Stromstärke von 5 bis 10 A betrieben und hat folgende Funktionsweise:

Wasser und seine nativ enthaltenen mineralischen Inhaltsstoffe wie Chlorid- und Sulfat-relevante Kationen u. dgl. werden an den speziell präparierten Elektroden elektrolytisch zersetzt bzw. oxidiert (Anode) oder reduziert (Katode). An der Anode werden infolge elektrochemischer Oxidation aus Chloridionen elementares Chlor und in einer Folgereaktion daraus unterchlorige Säure, aus Wasser elementarer Sauerstoff, in Mindermengen Ozon und aus weiteren Wasserinhaltsstoffen entsprechende Oxidationsprodukte gebildet, die schon als Einzelstoffe eine starke Desinfektionswirkung besitzen, jedoch in ihrer Summe eine synergetisch wesentlich verstärkte Keimtötung bewirken. Als Leitparameter für den Betrieb und die Steuerung der elektrochemischen Zelle dient der Wert der Chloridionen-Konzentration im Wasser, der den Grenzwert von 20 mg/dm^3 nicht unterschreiten sollte. Hieraus werden elementares Chlor bzw. unterchlorige Säure erzeugt, deren Konzentration, gemessen als Wert für "freies Chlor", als Äquivalent und zur Kontrolle für die erzeugte Desinfektionsleistung dient. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, nur einen relativ geringen Teil des gespeicherten Wassers in einer Bypass- oder Zirkulationsleitung einer intensiven elektrolytischen Behandlung zu unterziehen und danach in den Vorratstank zurückzuführen. Damit ist es möglich, im Bypass soviel Desinfizienz zu erzeugen, daß selbst bei einer Verdünnung mit dem Wasser im Vorratstank im Verhältnis 1 : 200 die erforderliche Depotwirkung an Desinfektion erzielt werden kann. Diese Betriebsweise empfiehlt sich besonders, wenn große Speichervolumina zu behandeln sind. Infolge desinfizienzabbauender chemischer Vorgänge sinkt diese Depotwirkung zeitabhängig, wobei die ursprünglichen nativen Prekursoren wie Chlorid u. dgl. zurückgebildet werden. Um dennoch im gesamten Füllwasser der Wasservorratsanlage stets die ein Aufwachsen von Biofilmen bzw. die Lebenstätigkeit von Mikroorganismen verhindernde Konzentration an desinfizierend wirkenden, elektrolytisch erzeugten Spezies aufrechtzuerhalten, wird über die Zirkulationsleitung eine geregelte Menge des Füllwassers kontinuierlich durch die Elektrolysezelle geführt und regenerierend mit Desinfizienz ausgestattet. Um eine Überladung des Füllwassers mit Desinfizienz – insbesondere mit elektrolytisch erzeugtem Elementarchlor bzw. unterchloriger Säure – auszuschließen, wird der Betrieb der Elektrolysezelle über eine Meßsonde für "freies Chlor" geregelt. Übersteigt dieser Meßwert eine voreingestellte Größe, beispielsweise $0,3 \text{ mg/dm}^3$, so wird die Elektrolyse abgeschaltet; sinkt dieser Wert beispielsweise unter $0,1 \text{ mg/dm}^3$, wird sie wieder zugeschaltet. Damit ist das gesamte Füllwasser jederzeit in der für Trinkwasser erforderlichen hygienischen Qualität verfügbar und jegliches Aufwachsen von Mikroorganismen sowie von Biofilmen wird verhindert.

Wird Wasser mit einer extrem niedrigen Chloridkonzentration aufgenommen, z. B. $\leq 20 \text{ mg/dm}^3$, so kann durch Zudosieren von Kochsalz bereits beim Füllen des Vorrats-tanks die prozeßgerechte Chloridkonzentration eingestellt werden. Für die Steuerung dieser Konzentrationskorrektur kann eine chloridsensitive Elektrode eingesetzt werden.

Damit im Falle der Befüllung des Systems mit sehr hartem Wasser das Absetzen von Kalkablagerungen auf der Ka-

tode die Funktionstüchtigkeit der Elektrolysezelle nicht beeinträchtigt, wird die Polarität der an die Elektroden angelegten Gleichspannung in regelmäßigen Intervallen, z. B. in stündlichem Rhythmus, gewechselt.

Auf dieser Grundlage arbeitende elektrolytische Desinfektoren gewährleisten unter normalen Bedingungen die Aufrechterhaltung des mittels UV-Desinfektion beim Befüllen der Anlage hergestellten Hygienezustandes des Wassers in Trinkwasserqualität über die gesamte Betriebszeit einer autarken Wasserversorgungsanlage und verhindern eine Ausbildung von Biofilmen auf wasserkontaktierten Oberflächen des Leitungs- und Behältersystems.

Sowohl die UV-Desinfektoren als auch die elektrolytischen Desinfektoren haben einen geringen Platz- und Raumbedarf und können bequem in jedes existierende Wasserversorgungssystem nachgerüstet werden. Weiterhin benötigen sie einen äußerst minimalen Wartungsaufwand und sind mit ihrer Stromversorgung und ihrem Regelungsverhalten in vorhandene Regel- und Leitechiken integrierbar. Sie sind damit in entsprechender Dimensionierung und Kombination geeignet, die autarken Wasserversorgungssysteme von Wasser-, Land- und Luftfahrzeugen beliebiger Größe und Komfortabilität zuverlässig und sicher zu desinfizieren und den jeweiligen Nutzern Wasser in Trinkwasserqualität bereitzustellen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Diese zeigt das Schema eines Systems zur Bevorratung und Bereitstellung von Trinkwasser.

Eine zum Befüllen des Systems beispielsweise an ein Trinkwassernetz oder ein Tankfahrzeug koppelbare, mit einem Rückschlagventil 1 und einem Regelventil 2 versehene Zuführleitung 3 ist an einen UV-Desinfektor 4 angeschlossen. Der UV-Desinfektor 4 hat eine Raumbestrahlung von mindestens 400 J/m^2 und tötet daher alle organischen Keime im durchströmenden Wasser ab.

Über ein weiteres Regelventil 5 ist der UV-Desinfektor 4 mit einem Wasservorratstank 6 verbunden. In diesem wird aus dem Trinkwassernetz über den UV-Desinfektor 4 zugeführtes Wasser in einer solchen Menge gespeichert, daß eine autarke Versorgung von angeschlossenen Verbrauchern 7 über einen vorgegebenen Zeitraum möglich ist. Die Verbraucher 7 sind an eine Zirkulationsleitung 8 angeschlossen, die durch eine von einem Motor 9 angetriebene Pumpe 10 mit Wasser aus dem Vorratstank 6 versorgt wird. Das durch die Zirkulationsleitung 8 strömende, nicht von den Verbrauchern 7 abgenommene Wasser passiert einen elektrolytischen Desinfektor 11 und wird dann wieder in den Vorratstank 6 zurückgeleitet. Der elektrolytische Desinfektor 11 erzeugt in der beschriebenen Weise elementares Chlor bzw. unterchlorige Säure, die als Desinfektionsmittel zusammen mit dem zurückgeführten Wasser in den Vorratstank 6 geleitet werden und dort mit Langzeitwirkung jede Keimbildung unterdrücken.

An die Zirkulationsleitung 8 vor und hinter den Verbrauchern 7 angeschlossene Meßgeräte 12 und 13 erfassen die Konzentration von "freiem Chlor" im Wasser. Fällt diese Konzentration unter einen bestimmten Wert, so wird die Wasserzirkulation bzw. der elektrolytische Desinfektor 11 eingeschaltet; steigt dann die Konzentration über einen vorbestimmten oberen Grenzwert, wird die Zirkulation wieder unterbrochen bzw. der elektrolytische Desinfektor 11 wieder ausgeschaltet. Auf diese Weise kann jede Keimbildung in dem Vorratstank 6 über einen beliebigen Zeitraum unterdrückt werden.

Die Zirkulationsleitung 8 enthält zum Regulieren des Wasserkreislaufes sowie zu Wartungszwecken Regelventile 14 bis 17 sowie ein Rückschlagventil 18.

Weiterhin befinden sich in der Zuführleitung 3 eine Kuppelung 19 sowie eine Dosierstation 20 für die gegebenenfalls erforderliche Zugabe von Kochsalzlösung.

Patentansprüche

5

1. Verfahren zum Bereitstellen von desinfiziertem Wasser in einem Vorratstank, dem über mindestens eine Zuleitung mikrobiell kontaminiertes Wasser zuführbar ist und an dem mindestens eine Verbrauchsstelle zur Abnahme von desinfiziertem Wasser angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das mikrobiell kontaminierte Wasser vor der Einleitung in den Vorratstank in der Zuleitung einer Desinfektionsbehandlung mit Kurzzeitwirkung und das Wasser im Vorratstank einer Desinfektionsbehandlung mit Langzeitwirkung unterzogen werden. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Desinfektionsbehandlung mit Kurzzeitwirkung durch eine UV-Bestrahlung durchgeführt wird. 20
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die aktinische UV-Strahlung eine Wellenlänge von etwa 254 nm hat. 15
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Energie der UV-Strahlung $\geq 400 \text{ J/m}^2$ für jedes Volumenelement des durch die Zuleitung fließenden Wassers ist. 25
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Langzeitwirkung der Desinfektionsbehandlung mindestens einige Stunden andauert. 30
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Desinfektionsbehandlung mit Langzeitwirkung eine elektrolytische Behandlung ist. 35
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil des im Vorratstank befindlichen Wassers aus diesem entnommen, der Desinfektionsbehandlung mit Langzeitwirkung unterzogen und anschließend wieder in den Vorratstank zurückgeführt wird. 40
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Desinfektionsbehandlung mit Langzeitwirkung in Abhängigkeit von der Menge der elektrolytisch aus den natürlichen Wasserinhaltsstoffen generierten, im Wasser des Vorratstanks vorhandenen desinfizierenden Substanzen geregelt wird. 45
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Desinfektionsbehandlung mit Langzeitwirkung in Abhängigkeit von der Menge des im Wasser des Vorratstanks vorhandenen freien Chlors geregelt wird. 50
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß dem Wasser im Vorratstank im Bedarfsfalle vor der Desinfektionsbehandlung mit Langzeitwirkung Kochsalzlösung (Sole) zudosiert wird. 55
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrolytische Behandlung mit Gleichstrom durchgeführt und dieser zur Verhinderung von Kalkablagerungen auf den Elektroden in geeigneten Zeitabständen umgepolt wird. 60

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

